

次世代赤外線天文衛星 SPICA の概要*1

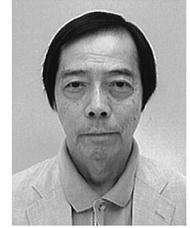
山村 一 誠¹・
金田 英 宏²・
尾中 敬³



山村



金田



尾中

〈¹宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 宇宙物理学研究系 〒252-5210 神奈川県相模原市中央区由野台 3-1-1〉

〈²名古屋大学 大学院理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻 〒464-8602 愛知県名古屋市千種区不老町〉

〈³明星大学 理工学部 物理学系 〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1〉

e-mail: ¹ yamamura@ir.isas.jaxa.jp, ² kaneda@u.phys.nagoya-u.ac.jp, ³ onaka@astron.s.u-tokyo.ac.jp

日欧協力を軸に推進する次世代赤外線天文衛星 SPICA は、有効口径 2.5 m の望遠鏡を温度 8 K 以下まで冷却し、波長 10–350 μm において超高感度な赤外線観測を行う計画である。日本が開発した宇宙用機械式冷凍機によって極低温望遠鏡を実現し、日本の次期基幹ロケット H3 によって太陽-地球系の第 2 ラグランジュ点付近の軌道に投入する。日本が主導する中間赤外線観測装置 SMI と欧州が主導する 2 つの遠赤外線観測装置（分光：SAFARI，偏光撮像：B-BOP）を搭載し、2030 年ごろに打上げ、目標 5 年間の運用を行う。今までにない超高感度な赤外線分光・偏光観測によって、130 億年前から現在の生命をも育む豊かな宇宙に至るまでの「宇宙進化史」を解き明かすことを科学目的とする。

1. はじめに

宇宙からの赤外線観測は、大気吸収によって地上からは観測ができない中間・遠赤外線の広い波長域の情報を我々にもたらす。暖かい物質が発する電磁波に対応するこの波長帯は、物質のさまざまな特性が診断できる気体スペクトル線と固体スペクトルバンドが豊富に存在するため、銀河進化や星・惑星系形成の観測研究には必須と言えよう。日本では 1995 年打上げの赤外線宇宙望遠鏡 IRTS [1]、2006 年打上げの赤外線天文衛星「あかり」[2] が活躍し、欧米の赤外線天文ミッション（例

えば Spitzer 宇宙望遠鏡 [3]、Herschel 宇宙天文台 [4]）とともに天文学に大きな進展をもたらした。

宇宙赤外線望遠鏡の最大の特徴は、観測装置を含む望遠鏡全体を温度 10 K 以下の極低温に冷却し、雑音源となる赤外線放射を大きく低減することである。例えば「あかり」では、液体ヘリウムと機械式冷凍機を用いて、望遠鏡を 6 K にまで冷やした。しかし、このような極低温望遠鏡を大口径にすることは難しく、実際に Spitzer は 0.85 m、「あかり」は 0.7 m、ヨーロッパの ISO [5] は 0.6 m と、いずれも 1 m 未満であった。

一方、Herschel は 3.5 m の口径を実現し、画期

*1 本記事は 2020 年 6 月に投稿された。その後 7 月に ESA 側のコスト超過が明らかになり、計画の見直しが検討されたが、最終的に ESA Cosmic Vision M5 選抜に向けた検討を打ち切るという判断が、10 月に ESA, JAXA, 提案機関であるオランダ SRON で合意された。これまでの SPICA へのご支援に深く感謝いたします。

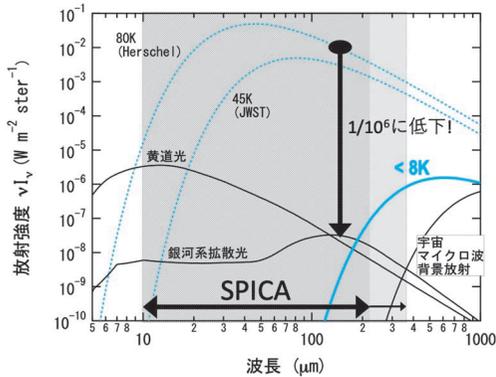


図1 望遠鏡の熱放射と宇宙から来る自然赤外線放射の比較。

的な大望遠鏡であったが、温度80 Kまでしか冷却できず、非常に高い赤外線放射環境での観測を余儀なくされた(図1)。間もなく打上げ予定のJWST [6]は口径6.5 mで45 Kに冷却されるが、この温度でも波長20 μm より長い赤外線では望遠鏡からの赤外線放射の影響が甚大になり、性能が限られてしまう。

2. SPICA計画

SPICAは有効口径2.5 mの望遠鏡を温度8 K以下まで冷却し、超高感度な赤外線観測を行う。これまでの欧米の宇宙望遠鏡では膨大な量の液体ヘリウムなどの冷媒を使ってきたが、SPICAでは機械式冷凍機と宇宙放射冷却だけで冷媒は一切使わない熱設計を採用することで、Herschelに比する3 mクラスの大口徑と「あかり」の極低温を同時に実現する。これは日本の独自コンセプトである。日本はこれまで宇宙用冷凍機を開発し、「あかり」やX線天文衛星「ひとみ」[7]などで実績を積み上げてきた。この先進的な技術を応用して、史上最大の極低温冷却宇宙望遠鏡を実現する。

図2にSPICAの構成図を示す。SPICAはもともと日本が主導する計画であったが、予算上の理由により、現在は欧州宇宙機関ESAがプロジェクト全体を主導し、JAXAが冷却系などの最重要部分を受け持つ形で進められている。ESA主導に移行

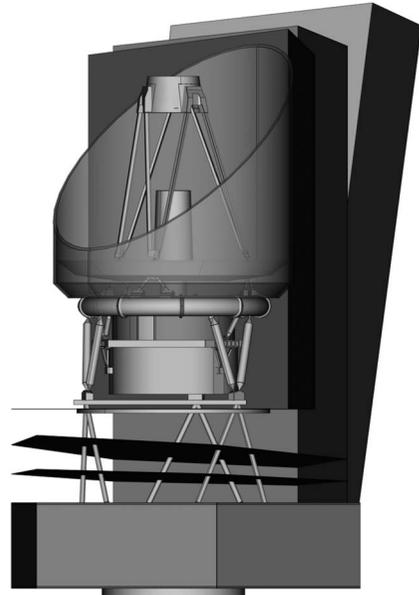


図2 SPICAの最新構成図 (ESA 提供)。

後、Planck [8]での実績を継承した、望遠鏡が衛星機軸に対して直行する横向き配置で検討を進めてきたが、検討を深めた結果、望遠鏡が衛星機軸に平行の縦置き配置がより適切であるとの判断になった。これはJAXAの過去の設計に近いものであり、日本側の検討の妥当性を裏付ける変更だと言える。

SPICAは、日本が主導する中間赤外線観測装置SMIと欧州が主導する2つの遠赤外線観測装置(分光: SAFARI, 偏光撮像: B-BOP)を搭載し、波長10–350 μm の非常に幅広い赤外線帯を今までにない超高感度でカバーする[9–12]。日本の次期基幹ロケットH3によって打ち上げ、太陽-地球系の第2ラグランジュ点付近の軌道に投入し、目標5年間の運用を行う。各装置の分光感度および撮像感度を図3に示す。過去の主要な観測装置に比べ、2桁近く、あるいはそれ以上の大幅な感度の向上が期待できる。SAFARIの最大の特長は、波長34–210 μm の全帯域スペクトルを一度に取得できることである(Herschelは一度に狭い波長域しか観測できなかった)。一方、B-BOPは、Herschelが

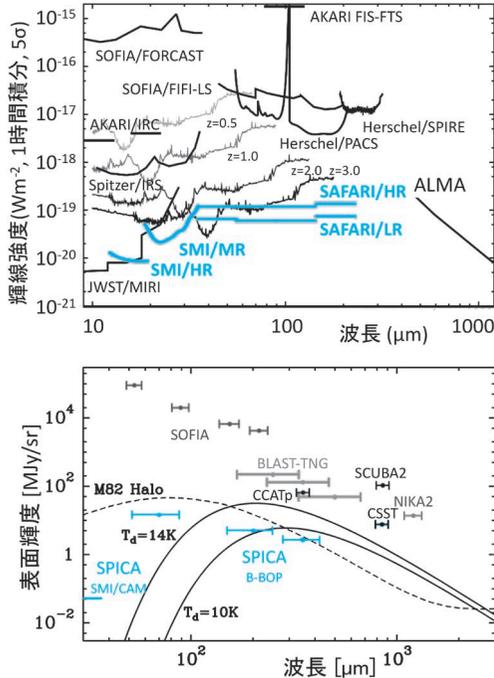


図3 SPICA搭載の観測装置の分光感度(上図)と撮像感度(下図). 上図のスペクトルは 10^{12} 太陽光度にスケールしたCircinus銀河を $z=0.5$ から3までの距離に置いた場合のスペクトル. 他の主要な観測装置と比較.

実現した銀河面広域マップと同程度の規模と深さの偏光度・偏光角マップを、波長70, 200, 350 μm で同時に取得する. いずれも世界初の画期的な観測を可能にする. SMIの詳細は5章で述べる. 図4に望遠鏡の焦点面における各装置の視野配置を示す. SMI低分散分光・撮像チャンネル(LR-CAM)は銀河サーベイ用に広い視野が確保されている.

3. SPICAが目指すサイエンス

波長10 μm 前後の中間赤外線は常温(300 K程度)の星間物質を、100-200 μm の遠赤外線はより低温の星間物質からの放射を有効に観測する. SPICAが持つ大きな特徴は、この温度領域にある宇宙の観測に最適な幅広い波長域での高感度の分光性能と偏光撮像機能である. たくさんの星間物質に取り囲まれた生まれたての星やダストに深

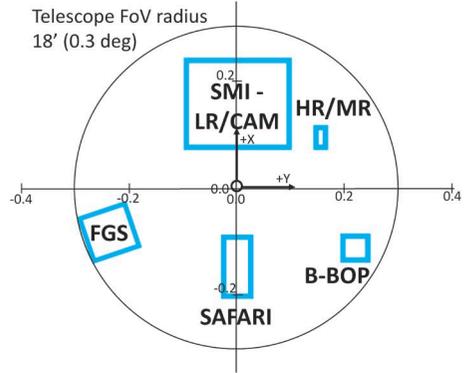


図4 望遠鏡焦点面における各観測装置の視野配置. SMI(中間赤外線観測装置)は、4つのチャンネルが2つずつ別の視野を、SAFARI(遠赤外線分光装置)、B-BOP(遠赤外線偏光撮像装置)、およびFGS(焦点面姿勢センサー)はそれぞれ1つの視野を持つ.

く覆われたブラックホールの周りの降着円盤は、可視域では見ることができないが、暖められた星間物質からの赤外線で調べることができる. このような赤外線の特徴を生かした、SPICAが目指す主要なサイエンスを、以下に述べる.

3.1 銀河進化

さまざまな銀河がどのような過程を経て現在見慣れている姿になってきたのかは、天文学の大きな課題である. 我々が見ている遠くの銀河の光は昔に発せられた光で、宇宙膨張のため赤方偏移している. 昔の宇宙を探り銀河の進化を研究するためには、この遠方銀河からの赤方偏移した光を捉えることが重要である. 銀河進化の原動力は星の生成と銀河中心部にあるブラックホールの活動に支えられているが、いずれも厚い星間物質に囲まれているため、赤外線による観測が不可欠である. 暖かい星間物質からの光は赤方偏移により遠赤外線領域まで偏移する. SPICAは広い赤外線の波長域をカバーし、さまざまな時代の赤方偏移した銀河の星間物質からの光を捉え、進化の過程を詳しく調べる.

「あかり」、Spitzer、Herschelなどの観測により、宇宙における星生成は宇宙初期から増大し、今か

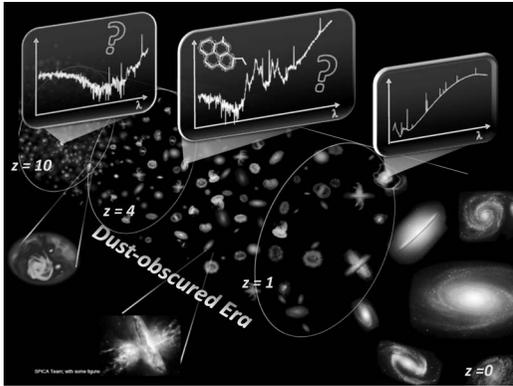


図5 SPICAがカバーする赤方偏移とサイエンスターゲットの概念図。SPICAは星が盛んに誕生していた時代の銀河から近傍に至るまでの幅広い年代の銀河の星間ガスやダストからの赤外線スペクトルを取得し、宇宙初期のダストの探索を行うとともに、宇宙の歴史の中で銀河がどのように誕生・成長してきたか、銀河の中で有機物や氷、鉱物がどのように生成されてきたかを解明する。

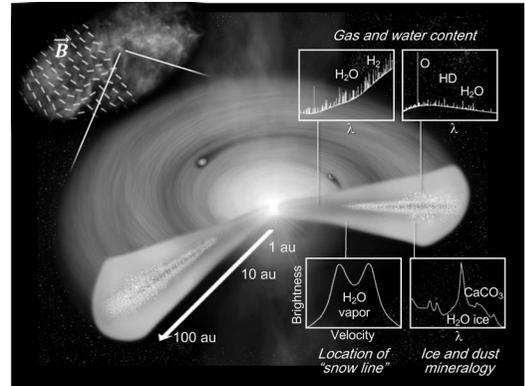


図6 SPICAが明らかにする原始惑星系円盤の物理スケールと対応する分子輝線の模式図。SPICAは惑星が生まれる現場の原始惑星系円盤の赤外線スペクトルから雪線の位置(左下図)や水蒸気やガスの総量(上図)、ダスト組成(右下図)を明らかにする。

ら約100億年前にピークを迎え、その後現在に向かって減少傾向にあることが分かっている [13,14]. SPICAは近傍から遠方の何千もの銀河の赤外線のスペクトルを取得し、この星生成史の物理過程を解明する(図5) [15,16]. また、星生成活動がピークから現在に向かって減少を始めた原因(「フィードバック」)に迫る [17]. さらに、ガス遷移線と固体微粒子(ダスト)の格子振動を使い、宇宙初期から合成されてきた元素量の変化を追跡する [18,19]. SPICAが取得する銀河の赤外線スペクトルは、水素とヘリウムからスタートした宇宙の中でどのように物質が輪廻し、現在の多様な姿に育ってきたかを明らかにする [20].

3.2 惑星系形成

我々の太陽系がどのように生まれ、地球がその中で作られたかは、銀河系がどのように形作られてきたかと並ぶ現代天文学の重要課題である。太陽程度の質量の星は原始惑星系円盤と呼ばれる構造を形成し、その中で惑星が誕生する。原始惑星系円盤は非常に小さい空間の中に複雑な温度や密

度の勾配を持つ。特に地球のような惑星が生まれてきた領域の物理状態を原始惑星系円盤の中で空間的に解像して解明することは、最新の大型観測装置をもってしても大変困難である(図6)。

SPICAの高い分光能力を駆使して、スペクトルから空間構造を探ることができる。特に波長10–18 μm の高分散分光機能(SMI/HR)は、太陽質量程度の星から1天文単位の距離にある天体のケプラー運動をスペクトルから検出する。惑星系の生成の鍵の1つが雪線と呼ばれる水蒸気と氷の境界面である。雪線より外側では水は氷として存在し、微惑星の成長を効率的に進める。SPICAは雪線の研究に最適水蒸気の遷移線を広い波長範囲から選び、円盤内での位置を突き止める [21].

原始惑星系円盤は最終的にガスやダストを散逸して太陽系のような惑星系になるが、散逸する時間尺度や過程は、惑星系形成や惑星に取り込まれるガスの組成を決める重要なパラメータである。ガスの大部分を占める水素分子は高い励起温度の遷移線しか持たず、ガスの総質量の推定には不向きである。分子雲など質量の推定に使われる一酸化炭素は円盤内で固体になることが予想され、ガ

スの総量を見積もることが難しい。水素分子の同位体置換体であるHD分子は波長112 μm に回転遷移線を持ち、円盤のガスの総質量の見積もりに最適な分子であるが、これまでの検出は数例しかない。SPICAはこのHDの遷移線をさまざまな進化過程にある原始惑星系円盤から検出し、ガスの散逸過程を初めて系統的に明らかにする [22]。

3.3 磁場と星生成

星生成過程の解明は、銀河進化の原動力を明らかにし、惑星系形成を理解する上で欠かせない。HerschelとPlanckは、星生成がフィラメント構造を中心に生じ、星間磁場がフィラメント構造の形成に大きく寄与していることを示した [23,24]。しかし、Planckにはフィラメント内部の磁場構造を解像する空間分解能がなかった。星間磁場は星間乱流とともに、星間ガスの運動エネルギーや放射場と同程度のエネルギーを持つことが知られているが、詳しい性質の理解は進んでない。SPICAは、高感度の偏光観測から星生成の初期過程である星間乱流のエネルギー散逸の現場を捉え、星生成過程の磁場の役割を初めて明らかにする [25]。

以上、SPICAに期待される主要サイエンスを簡単にまとめたが、この他にも太陽系天体の観測や星間ダストの観測など広い天文学の分野で、我々の理解を大きく進展させることが期待される。また、SPICAは、2030年代に活躍する他の大型計画との協調によって、さらにその威力を発揮する。活動銀河についてはX線天文台Athenaと、星間磁場と星形成過程はSKAと、また惑星系形成円盤などでは、JWSTやTMTとの相乗効果が期待される。詳しくは本特集の他の記事を参照されたい。

4. 冷却システム

SPICAは機械式冷凍機を駆使した冷却システム(図7)を採用することで、冷媒の枯渇によって寿命が縛られることなく、長期間の観測運用が可能となる。日本は「あかり」に搭載された2段式スターリング冷凍機、2009年国際宇宙ステーション「きぼう」におけるSMILES実験 [26]で実証されたジュールトムソン冷凍機、2016年に打上げられた「ひとみ」の冷凍機など、世界に先駆けてこの鍵となる宇宙用機械式冷凍機の宇宙での本格的な実用化に成功してきた。SPICAはこれまでに培った日本の冷却技術を結集し、世界初の冷媒無しの極低温冷却ミッションに挑む。

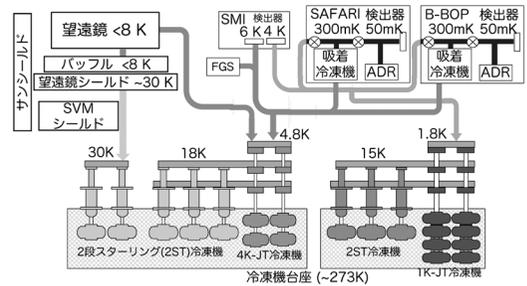


図7 SPICAの冷凍機構成。

ション「きぼう」におけるSMILES実験 [26]で実証されたジュールトムソン冷凍機、2016年に打上げられた「ひとみ」の冷凍機など、世界に先駆けてこの鍵となる宇宙用機械式冷凍機の宇宙での本格的な実用化に成功してきた。SPICAはこれまでに培った日本の冷却技術を結集し、世界初の冷媒無しの極低温冷却ミッションに挑む。

5. 中間赤外線観測装置SMI

中間赤外線観測装置SMI (SPICA Mid-infrared Instrument) は波長10 μm から36 μm をカバーする。名古屋大学やJAXA宇宙科学研究所、国内の主要大学でチームを構成し、技術開発を行っている。赤外線検出器の開発については、台湾中央研究院天文及天文物理研究所およびNASAジェット推進研究所との国際協力も進めている。「あかり」に搭載された近中間赤外線カメラIRCの経験を生かし、Spitzer, WISE [27], JWSTの中間赤外線観測装置の開発実績も参考に設計を進めた。

5.1 構成と特徴

SMIは(1)広視野低分散(LR, 比波長分解能 $R=100$, 10分角長スリットが4本), (2)高感度中分散(MR, $R=2000$, 1分角長スリット), (3)高感度高分散(HR, $R=30000$, 4秒角長スリット)の3つの特徴的な分光チャンネルに加えて, (4)広視野撮像(CAM, 波長34 μm , 10分角 \times 12分角の視野, LRのスリットビュワを兼ねる)の計4チャンネルから構成される(図8)。装置をコンパクトにするため、前置光学系はLR-CAMとMR-HRで

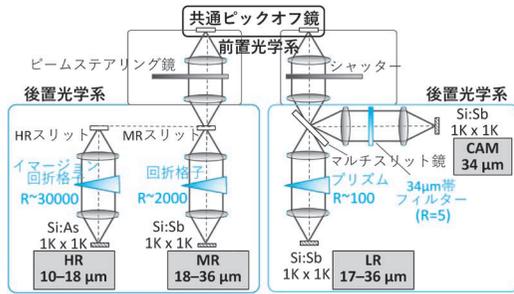


図8 SMI機能ブロックダイアグラム.

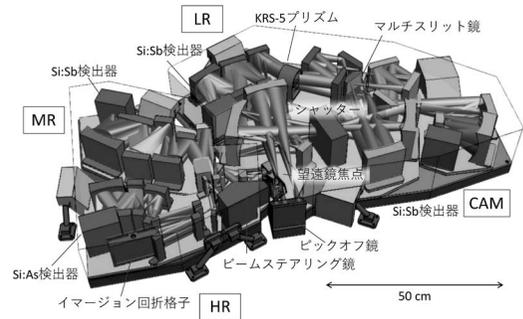


図9 SMI光学構造レイアウト.

同じものを使用し、前者には暗電流測定のために低温シャッター、後者には高速マッピングのためのビームステアリング鏡を配置した。

各チャンネルの仕様を決める科学テーマは、(1) LR：固体微粒子バンド（有機物質，ケイ酸塩）を鍵とした宇宙論的銀河サーベイや惑星系残骸円盤の鉱物学的アプローチ，(2) MR：本格的なスペクトルマッピングによる近傍銀河における物質循環の理解，(3) HR：多数の分子・原子ガススペクトル線の速度分解観測による原始惑星系円盤のガス散逸過程の解明および雪線の構造の理解，(4) CAM：宇宙最遠方のダストに埋もれた活動銀河核およびスターバースト銀河の超広域探査，である。

5.2 光学構造設計

光学構造は反射光学系で構成し（図9），自由曲面金属鏡を用いた軽量化を行っている。望遠鏡の像面湾曲と非点収差を前置光学系で補正する。

LR-CAMでは，マルチスリットミラーを後置光学系の焦点部に設置する。スリット内を通過した光はLR分光光学系へと進んでプリズム（材質はKRS5）で分散され，スリット外のミラー面で反射した光はCAM撮像光学系へと進んで，それぞれの検出器面で結像する。MR-HRでは，波長 $18\ \mu\text{m}$ よりも長波長側はMR分光光学系へと進んでエシエル回折格子で分散され，波長 $18\ \mu\text{m}$ よりも短波長側はHR分光光学系へと進んでイメージング回折格子で分散され，それぞれの検出器面

で結像する。

5.3 アレイ検出器

LR, MR, CAMの検出器は，波長 $30\ \mu\text{m}$ 帯までを高感度にカバーするため，Spitzerで実績のあるSi:Sb検出器を採用する。Spitzerの検出器の素子数は 128×128 であったが，SMIでは $1\ \text{K} \times 1\ \text{K}$ となる。一方，HRは波長 $18\ \mu\text{m}$ までの短波長側をカバーするため，「あかり」やSpitzer, WISE, JWSTなど多くのミッションで実績のあるSi:As検出器（ $1\ \text{K} \times 1\ \text{K}$ ）を用いる。なお，Si検出器と組み合わせて使用する低温読み出し集積回路の低雑音化は，検出器性能に直結する重要な開発項目であり，現在，前述の国際協力によって開発を進めている。

5.4 期待される性能

SMIはSpitzer搭載の分光器IRSに比べて1.5-2桁近く分光感度が向上する（図3）。これは望遠鏡の口径の増加に加えて，検出器性能の向上（暗電流の低下）が効いている。波長 $20\ \mu\text{m}$ よりも長い波長帯ではJWSTの中間赤外線分光器MIRIと比べても感度が有意に高く，波長 $25\ \mu\text{m}$ を超えるとその差が1桁にもなる。これは，SPICAでは観測装置を含む望遠鏡全体を温度 $8\ \text{K}$ 以下に冷却し，衛星由来の赤外線放射が極めて低くなるためである。別の特長として，視野の広さがある。JWST/MIRIに比べて結像性能で劣る分，視野を広く取ってサーベイ速度を重視した。例えば波長 $25\ \mu\text{m}$ で比較すると，LRはMIRIに比べて約1万倍ものサーベイ能力を有する。

一方、HRの実現する高分散分光は、JWST/MIRIに存在しないSPICAならではの機能である。将来の地上望遠鏡で計画される高分散分光器と比べると、波長分解能では劣るが、地上から観測できない波長帯を1桁以上高い感度で観測できる。HRの波長帯には水素分子スペクトル線などの基本分子ガスの情報が含まれ、天体数の大幅な増加とともに相補的な科学成果が期待される。

6. 運用計画

打上げ後、約半年の間に太陽-地球系第2ラグランジュ点付近の軌道に到達、望遠鏡と観測装置を極低温に冷却し、装置の調整や試験観測を行う。その後の2年半の期間はSPICAが達成すべき最重要な観測を優先的に実施する。また世界の天文学研究者からの観測提案を受け付けて公募観測を実施する(図10)。SPICAの目標寿命は5年であるが、故障がなければさらに観測を続ける。

観測はOTAC(Observation Time Allocation Committee)が計画を決定し、プロジェクトレベルの議論に基づくKey Programと、それ以外のGeneral Programに大別される。また、装置チームなどに配分されるGuaranteed Timeと一般公募に供されるGuest Observing Timeがあり、さらにそれ以外に緊急観測等に対応するDiscretionary Time、観測装置のCalibration Timeなどに分類される(図10)。これらの時間配分は今後、関係

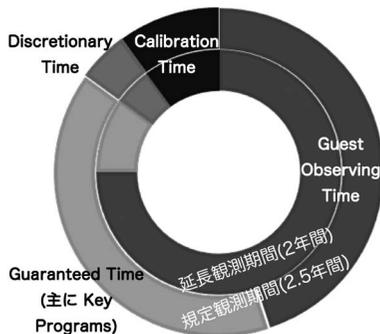


図10 SPICAの観測時間配分案。Guest Observing Timeに相当量の時間を割り当てる。

機関で議論、調整が行われる。

観測データは、観測ごとに科学解析ができる状態に処理し、品質を確認した上で研究者に配布する。観測提案者には一定の占有期間を設けた上で、一般に公開する。研究者が自分でデータの再処理ができるよう、処理プログラムも配布する。ソフトウェアはオープンソースで開発し、計算環境に依存しない形で配布する、また汎用性の高いデータフォーマットを採用する、など研究者の利便性を高めるような方策を検討している。

7. 開発体制・スケジュール

SPICAはESA-JAXAを軸とした日欧の宇宙機関、大学・研究機関が協力して開発、運用にあたる(図11)。ESAは衛星システム全体をとりまとめ、サービスモジュールと望遠鏡を、JAXAは望遠鏡と観測装置を極低温に冷却する機構と打上げを担当する。3台の観測装置のうち、SMIは名古屋大学を中心とするチームが、SAFARIとB-BOPはそれぞれオランダSRON、フランスCEA Saclayを中心とするチームが開発・運用を行う。打上げ後の運用はESAとJAXAが共同で、観測装置チームと協力して行う。衛星との通信や衛星全体の機能維持はESAが担当し、データ処理はJAXAが、またユーザーサポートは両者が合同で運営する。

JAXAでは宇宙科学研究所におけるミッション定

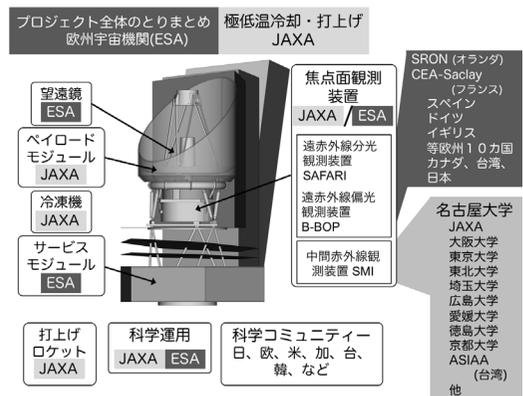


図11 SPICAの国際開発体制。

義審査を2015年に通過し、概念検討を進めてきた。ESAでは2018年に、Cosmic Vision M-Class 5号機 (M5) の候補ミッション3件の1つに、25件の提案から選定された。2021年に最終選抜が行われる予定であり、その後3年間の技術検討を経て2024年に予定される Mission Adoption Review を通過すれば、打上げに向けた開発が本格化する。JAXAでもこのスケジュールに同調し、選抜直後にJAXAプリプロジェクト、2024年にJAXAプロジェクトへの昇格を目指している。

8. さいごに

SPICAは、日本では「あかり」に続く念願の赤外線天文衛星ミッションであり、世界的にもJWSTに続く、世界随一の宇宙赤外線天文台である。日本が最初にSPICAのコンセプトを提案してから20年の年月が過ぎ、国内外で推進体制の世代交代が進んでいる。SpitzerやHerschelでも最初の提案から実現まで25-30年を要した。極低温宇宙望遠鏡に特有の課題に挑み続け、早期に実現したい。JWSTとALMAの波長ギャップを埋める超高感度な赤外線分光・偏光データを取得し、天文学・惑星科学の比類なき学術成果の創出に貢献したい。

SPICAはJAXA宇宙科学研究所・研究開発本部のメンバーをはじめ、数多くの研究者と技術者によって進められており、メンバー全員に感謝の意を表する。

参考文献

- [1] https://www.ir.isas.jaxa.jp/irts/irts_J.html (2020.6.29)
- [2] <http://www.ir.isas.jaxa.jp/AKARI/> (2020.6.29)
- [3] https://www.nasa.gov/mission_pages/spitzer/main/ (2020.6.29)
- [4] <http://sci.esa.int/herschel/> (2020.6.29)
- [5] <http://sci.esa.int/iso/> (2020.6.29)
- [6] <https://www.jwst.nasa.gov/> (2020.6.29)
- [7] <http://www.isas.jaxa.jp/missions/spacecraft/past/hitomi.html> (2020.6.29)
- [8] <http://sci.esa.int/planck/>
- [9] Roelsetma, P. R., et al., 2018, PASA, 35, 30

- [10] Kaneda, H., et al., 2018, Proc. SPIE, 10698, 106980C
- [11] Jellema, W., et al., 2017, Proc. SPIE, 10563, 105631K
- [12] Adami, O.-A., et al., 2019, Appl. Opt., 50, 398
- [13] Madau, P., & Dickinson, M., 2014, ARA&A, 52, 415
- [14] Gruppioni, C., et al., 2017, PASA, 34, 55
- [15] Kaneda, H. et al., 2017, PASA, 34, 59
- [16] Spinoglio, L. et al., 2017, PASA, 34, 57
- [17] González-Alfonso, E., et al., 2017, PASA, 34, 54
- [18] Fernández-Ontiveros, J. A., et al., 2017, PASA, 34, 53
- [19] Egami, E., et al., 2018, PASA, 35, 48
- [20] van der Tak, F., et al., 2018, PASA, 35, 2
- [21] Notsu, S., et al., 2017, ApJ, 836, 118
- [22] Trapman, L., et al., 2017, A&A, 605, A69
- [23] André, Ph., et al., 2010, A&A, 518, L102
- [24] Palmeirim, P., et al., 2013, A&A, 550, A38
- [25] André, Ph., et al., 2019, PASA, 36, 29
- [26] <http://iss.jaxa.jp/kiboexp/equipment/ef/smiles/> (2020.6.29)
- [27] https://www.nasa.gov/mission_pages/WISE/main/ (2020.6.29)

Overview of the Next-generation Space Infrared Observatory SPICA

Issei YAMAMURA¹, Hidehiro KANEDA² and Takashi ONAKA³

¹ISAS/JAXA, 3-1-1 Yoshino-dai, Chuo-ku, Sagamihara, Kanagawa 252-5210, Japan

²Graduate School of Science, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, Aichi 464-8602, Japan

³Faculty of Science and Engineering, Meisei University, 2-1-1 Hodokubo, Hino, Tokyo 191-8506, Japan

Abstract: SPICA is an ESA-JAXA space mission aiming to reveal how the universe has evolved since the Big Bang to the current world with plenty of matters and lives, with unprecedentedly high sensitivity spectroscopy and polarimetric imaging observations. SPICA is equipped with a 2.5-m telescope cooled down below 8 K with the Japanese cryogenic technology and mechanical coolers. Three instruments cover the wavelength range of 10 to 350 μm ; mid-infrared (IR) instrument (SMI) developed by a Japanese-led consortium, and far-IR instruments (SAFARI for spectroscopy and B-BOP for polarimetry) by European-led consortia. SPICA is planned to be launched around 2030 and operated for 5 years.